Bau und Entwickelung der Mundteile bei Vespa vulgaris.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Facultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Robert Kirmayer

aus Bamberg.

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Dezember 1907.

Bamberg
W. Gärtners Buchdruckerei, Hoflief.
1908.

33

Bau und Entwickelung der Mundteile bei Vespa vulgaris.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Facultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Robert Kirmayer

aus Bamberg.

AGAD. LAND.BAT. BIBL.

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Dezember 1907.

Bamberg
W. Gärtners Buchdruckerei, Hoflief.
1908.

Meinen lieben Eltern

in Verehrung und Dankbarkeit

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41542704_0083

Einleitung.

Es ist allgemein bekannt, dass die Mundwerkzeuge vieler Insekten während der Larvenzeit anders gebaut sind als beim ausgebildeten Tiere und dass die Verschiedenheit mit der contrastierenden Lebensweise zusammenhängt. Wer nur flüchtig die Mundanhänge z. B. einer Raupe und eines Schmetterlinges vergleicht, dem fallen die Formcontraste in die Augen. Obgleich der allgemeine, von Savigny (8.) aufgedeckte Bauplan erhalten bleibt, ist die Modellierung der homologen Stücke in beiden Stadien so verschieden, dass die Natur gezwungen ist, zwischen beide Lebensphasen ein Ruhestadium einzuschieben, damit sich die enormen Formveränderungen ungestört vollziehen können. So lange Naturforscher sich dem Studium der Insekten gewidmet haben, ist auf diese Differenzen hingewiesen worden. Aber während die anatomischen Befunde wiederholt beschrieben wurden, hat meines Wissens noch niemand die Vorgänge studiert, durch welche der eine Zustand in den anderen übergeführt wird. Die Metamorphose der Mundwerkzeuge während der Nymphen- oder Puppenperiode ist uns so gut wie unbekannt. Ich folgte daher gerne der Anregung meiner sehr verehrten Lehrer, der Herren Prof. Dr. Fleischmann und Privatdozent Dr. E. Zander, diese Umbildungen einmal genauer zu verfolgen. Es ist mir eine höchst angenehme Pflicht, beiden

Herren für die mir bewiesene Freundlichkeit auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Insbesondere bin ich Herrn Privatdozenten Dr. E. Zander verpflichtet, der meine Arbeit fortwährend überwachte und mir mit Rat und Tat in liebenswürdigster Weise zur Seite stand.

Als Untersuchungsobjekt wählten wir die Wespe, weil von früheren Untersuchungen gut conserviertes Material im zoologischen Institute Erlangens vorhanden war. Soweit wie möglich zog ich auch andere Hymenopteren, vor allen Dingen Bienen und Hummeln zum Vergleiche heran. Das Ergebnis übertraf alle Erwartungen. Indem ich die Umbildung des Wespenkopfes während der Nymphenzeit auf Längs- und Querschnittserien, sowie an Reconstructionsmodellen verfolgte, gewann ich in ganz eigenartige Entwickelungsvorgänge Einblick.

Bevor ich an die Darstellung meiner Befunde herantrete, will ich kurz die Untersuchungsmethode schildern, da sie sich vorzüglich bewährt hat und zum Teil nicht bekannt sein dürfte.

Technik.

Auf Anraten des Herrn Dr. Zander conservierte ich das dem Nest oder Stock frisch entnommene Material in heissem, aber nicht kochendem Wasser, dem etwas Formalin 40 % zugesetzt war. Nach dem Erkalten wurden die Objekte successive in Alkohol 70 % übergeführt und darin aufbewahrt. Da Kernfarbstoffe wie Borax-Carmin oder Haemalaun nur sehr langsam durch die Cuticula in das Gewebe eindringen, habe ich ausschliesslich Schnitte gefärbt. Um aber die Objekte auf dem Microtome gut orientieren zu können, wurden die Larven und Puppen vor dem Einbetten mit Eosin

(gelöst in Alcohol absolutus) gefärbt. Das Eosin dringt rasch ein, lässt sich aus den Schnitten ohne Mühe wieder auswaschen und stört die weitere Behandlung in keiner Weise. Die in der üblichen Weise aufgeklebten Schnitte färbte ich zunächst mit Meyers Haemalaun. Vorzügliche Bilder lieferte die Nachbehandlung mit einer schwachen Lösung von Congorot in Alcohol 70%. Dadurch wurde nicht allein eine sehr schöne Doppelfärbung der Schnitte erzielt, sondern vor allen Dingen das Chitin kräftig und dauerhaft rot gefärbt. Auch für Präparate in toto empfiehlt sich die Behandlung mit Congorot, weil dadurch die sonst vollkommen durchsichtigen Membranen deutlich hervortreten.

Wenn ich jetzt zur Schilderung meiner Befunde übergehe, so bemerke ich im voraus, dass meine Untersuchung die embryonalen Phasen in der Entwickelung der Mundteile der Wespe ganz unberührt lässt. Sie will nur die Wandlungen schildern, welche der larvale Kopf und seine Anhänge während der Nymphenzeit durchmachen. Sie setzt daher erst am Ende der Larvenperiode ein, wenn die Larven ihre volle Grösse erreicht haben. Um dem Leser das Verständnis dieser Vorgänge zu erleichtern, will ich ihm die kolossalen Formcontraste, welche den Kopf der Larve und des ausgebildeten Insektes beherrschen, schroff neben einander zeigen und zunächst den Larvenkopf samt seinen Anhängen schildern.

A.

Der Larvenkopf.

Wenn wir uns über die Formeigentümlichkeiten des Larvenkopfes unterrichten wollen, empfiehlt es sich, den Kopf einer Wespenlarve vorsichtig abzutrennen, mit warmer Kalilauge (40° C.) von allen Weichteilen zu befreien und nach der Färbung mit Congorot in Glyzerin oder Canadabalsam einzuschliessen. Bei der Betrachtung des Präparates mit der stereoskopischen Lupe erkennen wir, dass die Chitinhülle des Kopfes die Form einer flach-kugelig gewölbten, nach hinten offenen Kapsel besitzt, deren Hinterrand durch eine seichte Ringfurche gegen das erste Körpersegment abgegrenzt ist.

Die Kutikula ist nicht überall gleichmässig dick. Wir müssen vielmehr nach dem Grade der Chitinisierung zwei Hauptabschnitte unterscheiden. Die grössere dorsale Hälfte besteht aus dickem Chitin: Ich nenne sie die Kopfkapsel. Eine kleinere ventrale Hälfte um die Mundöffnung dagegen bleibt zeitlebens weichhäutig und ist in mehrere Anhänge, die Mundwerkzeuge differenziert. Dadurch wird dieser Bezirk in deutlichen Formgegensatz zu der starren Kopfhälfte gebracht, so dass sich die Einführung eines besonderen Namens empfiehlt; ich schlage dafür den Ausdruck „Mundfeld" vor.

Wenn wir unsere Aufmerksamkeit zunächst der Kopfkapsel zuwenden, so fallen auf ihrer äusseren Fläche folgende Reliefeigentümlichkeiten auf. In erster Linie

ist der Kopfschild (Clypeus) zu nennen, ein medianes gewölbtes Feld am ventralen Rande der vorderen Kopffläche, welches ziemlich weit über die seitlichen Partien vorspringt und rechts und links durch Furchen gegen die lateralen Zonen abgegrenzt ist. Diese Furchen verlaufen vom ventralen Schildrande fast gerade gegen den Scheitel, biegen jedoch plötzlich gegen die Medianlinie und verstreichen, bevor sie dieselbe erreicht haben. Über dem Kopfschilde wird das Stirnfeld nur undeutlich durch zwei sichelförmige Furchen markiert. Lateral von ihm fallen zwei helle rundliche Stellen auf, während in der Nähe des dorso-lateralen Randes zwei schräggestellte bräunliche Chitinleisten, die lateralen Stirnleisten nicht übersehen werden können.

Um der Kopfkapsel Festigkeit zu verleihen und Muskeln Gelegenheit zum Anheften zu bieten, ist in das Innere ein System von Strebepfeilern eingebaut, die man in ihrer Gesamtheit das Tentorium nennt. Dasselbe erscheint als eine dreiteilige Chitinspange. Über ihre Anordnung erhalten wir einen guten Überblick, wenn wir die Mundteile ablösen. Dann sehen wir eine starke Chitinspange quer zwischen dem Grenzrand der Kapsel etwa an der breitesten Stelle gezogen. In geringer Entfernung von ihren lateralen Wurzeln am Kopfrande streben zwei rechtwinkelig abgebogene Schenkel der Körperlängsachse ungefähr parallel gegen die vordere Kopfwand, um mit derselben genau unter der lateralen Grenzfurche des Clypeus nahe dem ventralen Kapselrande fest zu verschmelzen. Charakteristisch für die Larvenzeit ist die annähernd gleichmässige Ausbildung aller drei Stücke des Tentoriums. Beim entwickelten Tiere dagegen ändert sich, wie wir später sehen werden, dieses Verhältnis zu Ungunsten der Querbrücke. Vom dorsalen Rande jedes Tentoriumschenkels entspringt ein sich rasch verjüngender Fortsatz, dessen Länge individuellen Schwankungen zu unterliegen scheint. Er

zieht schräg nach vorne und dorsalwärts und ist am nicht macerierten Objecte mit der dorsalen Kopfwand jederseits etwa in der Mitte zwischen Stirnfeld und lateralen Stirnleisten durch Muskeln verbunden.

Wesentlich reicher ist das Relief des Mundfeldes; denn auf ihm erheben sich die Mundanhänge. Ihre Anordnung ist hinreichend bekannt. An den Clypeus schliesst sich die kleine Oberlippe an, ein ganz schmaler Chitinsaum, der durch eine mediane Einkerbung in zwei abgerundete Hälften zerlegt wird. Von der Oberlippe nur wenig verdeckt sitzen seitlich vom Clypeus die paarigen Mandibeln, deren distale Enden stumpfe Zacken tragen. Sie sind durch eine ringförmige Gelenkmembran mit der Kopfkapsel verbunden und entspringen aus lateralen Ausbuchtungen des Mundfeldes. Von der Basis jeder Mandibel sowohl lateral als medial ragen zwei Chitinsehnen von sehr ungleicher Länge in die Kopfhöhle, um Muskeln Gelegenheit zum Anheften zu bieten. Die laterale ist sehr kurz und erreicht das Tentorium nicht. Die mediale dagegen dringt weit über das Tentorium in die Kopfhöhle vor.

Die übrigen Mundanhänge stehen zu Oberlippe und Mandibeln in einem gewissen Kontrast. Obgleich sie während der Embryonalzeit als zwei Paare selbständiger Anlagen auftreten, haben sie doch am Ende der Larvenperiode ihre ursprüngliche Selbständigkeit aufgegeben und sind zu einem einheitlichen Komplexe zusammengeschlossen, der wie ein Querwulst hinter der Mundöffnung bezw. hinter den Mandibeln liegt. Aus dieser gemeinsamen Basis ragen drei niedrige Höcker hervor. Der mittlere plumpe Vorsprung, das Labium, trägt zwei kleine konische Zapfen, deren Bedeutung mir nicht klar ist. Vor ihnen mündet die Labialdrüse mit einem engen, quergestellten Spalte. Die lateralen Höcker sind die Unterkiefer, langgestreckte, völlig ungegliederte Wülste, auf deren höchster Kuppe nahe dem Labium

sich je zwei kleine, den Labialzäpfchen ganz ähnliche Chitinkegel zeigen. Clypeus, bezw. Oberlippe, die Mandibeln und der Kieferlippenwulst umrahmen in unvollkommener Weise einen oro-caudal schmalen, trichterförmigen Raum, in dessen Tiefe die enge aber breite Mundöffnung liegt. Sie ist dem Labrum genähert und befindet sich ungefähr in der Höhe des Clypeusrandes. An sie schliesst sich der Vorderdarm als ein dorso-ventral stark abgeflachter Kanal an, der zwischen den beiden Tentoriumschenkeln in die Kopfkapsel eintritt, um mit leichtem Bogen dorsal über der Querbrücke des Tentoriums in den Körper zu ziehen. Der kurze, aber weite Mündungsgang der Labialdrüse verläuft dagegen ventral von der Querbrücke. Zwischen ihr und dem Drüsenkanal liegt das untere Schlundganglion, während das obere hart unter der Stirnwand und in einiger Entfernung über dem Darme liegt.

B.

Der Kopf der Imago.

1) Allgemeine Form.

Wenn man den Kopf einer vollkommen ausgebildeten Wespe mit dem der Larve vergleicht, wird man durch den grossen Kontrast überrascht. Obgleich der generelle Bauplan nicht geändert ist, gibt es kaum ein Merkmal, in dem beide Stadien völlig übereinstimmten. Um dem Leser den kolossalen Unterschied zwischen beiden Stadien recht deutlich vor Augen zu führen und ihm das Verständnis des Entwickelungsganges zu erleichtern, will ich zuerst den definitiven Zustand beschreiben und nachher die Veränderungen schildern, durch welche das einfache Vorderstück der Larve allmählich in den reich modellierten Kopf der Imago umgewandelt wird.

Im Gegensatz zu dem fast kreisrunden Umrisse während der Larvenzeit hat der viel grössere Kopf der Wespe eine mehr dreieckige Kontur. Von den stark abgerundeten Ecken schaut die eine ventral und bezeichnet die Mundregion, während die gegenüberliegenden Ecken den Scheitel flankieren. Die Stellung des Kopfes zum Körper ist unverändert. Bei der Larve sowohl wie beim Imago läuft die Mund-Scheitelhöhe des Kopfes genau senkrecht zur Längsachse des segmentierten Leibes.

2) Spezielle Beschreibung.

a) Die Kopfkapsel.

Nach dem Grade der Chitinisierung lassen sich wieder zwei Regionen unterscheiden; der grössere Abschnitt besteht aus starkem Chitin und bildet eine starre Kapsel, welche die Weichteile des Kopfes, Hypodermis, Schlundganglien, Vorderdarm, Speicheldrüsen, Muskeln, Tracheen etc. birgt. Ihr Oberflächenrelief ist wesentlich reicher als bei der Larve, da sie die jetzt mächtig ausgebildeten Hauptsinnesorgane trägt.

In der Mitte der ungefähr horizontal streichenden dorsalen Scheitelfläche liegen die drei Punktaugen so, dass ein Stemma oral, die beiden anderen mehr caudal stehen. Den grösseren Teil der seitlichen Kopfwand nehmen die Facettenaugen ein. Sie erscheinen bei den Wespen als bohnen- oder nierenförmige Bezirke, da die Facettenfläche jederseits durch ein von der Stirne eingeschobenes Feld in einen grösseren ventralen und einen kleineren dorsalen Teil zerlegt wird, welche durch einen schmalen Isthmus zusammenhängen.

Medial von den Facettenaugen wurzeln die Antennen etwas oberhalb der Mitte der vorderen Kopffläche. Dieselben besitzen in beiden Geschlechtern ein längeres Stammglied, dessen kugeliger Basalteil in der Antennengrube beweglich eingelassen ist, das kurze Wendeglied und den mehrgliederigen Endabschnitt oder Geissel. Da letztere beim Männchen aus elf, beim Weibchen aus zehn Gliedern besteht, beträgt die Gesamtzahl beim Männchen dreizehn, beim Weibchen zwölf Glieder.

Zwischen den beiden Antennen ist die Kapselwand als Stirnfeld oder Area frontalis etwas vorgewölbt. Ventral folgt der gleichfalls schwach convexe Clypeus, dessen Rand ventral über die benachbarten Wangen

vorsteht. Unter Clypeus und Wangen hängen die grossen Mundteile.

Der Wespenkopf ist über seine Dimensionen während der Larvenzeit ungeheuer hinausgewachsen. Während er anfangs wie ein unansehnlicher Knopf dem ersten Segmente aufsitzt, entfaltet er später sein Volumen nach allen Seiten und deckt die orale Fläche des Brustabschnittes zu. Statt der seichten Furche, welche früher den kleinen Larvenkopf vom ersten Segmente trennte, ist er dann durch einen tiefen Einschnitt von der Brust abgesetzt. Das sog. Hinterhauptsloch, wo die dünne Gelenkmembran zwischen Kopf und Prothorax beginnt, wird daher zu einem kleinen rundlichen Fenster eingeengt. Die anale Kopfwand ist seicht muldenförmig vertieft, weil sie sich der vorderen Thoraxfläche dicht anschmiegen soll.

Durch die Vertiefung der Trennungsfurche zwischen Kopf und Brust wird das Tentorium stark beeinflusst. Seine drei Komponenten sind zwar noch vorhanden, aber die Querbrücke ist bedeutend reduziert. Sie verbindet die caudalen Enden der longitudinalen Tentoriumschenkel als eine feine, bogenförmig dorsal gekrümmte Spange, von der die Sehne des unteren Pharynxdilatators ausgeht. Die paarigen, am ventrallateralen Rande des Hinterhauptsloches entspringenden Stücke sind dagegen kolossal entwickelt. Ihre flügelartigen Auswüchse umgreifen den ganzen ventralen und lateralen Rand des Loches und ziehen unter beträchtlicher Verbreiterung gegen die vordere Kopfwand, um mit ihr in der seitlichen Grenzfurche des Clypeus zu verschmelzen. Die Verbindungsnaht reicht vom unteren Rande der Facettenaugen bis fast an die Basis der Antennen. Die oberen Enden dieser Spangen stehen durch eine am dorsalen Rande des Clypeus hinziehende leistenförmige Verdickung der Innenfläche mit einander in Verbindung.

Von jedem Schenkel entspringen zwei kurze Fortsätze, die Muskeln zur Insertion dienen.

b) Die Mundteile.

Die vorgestreckten Mundanhänge machen bei der fertigen Wespe einen ansehnlichen Bestandteil des Kopfes aus und lassen durch ihre reiche Gliederung die ersten Formanlagen bei der Larve recht armselig und einfach erscheinen.

Das Mundfeld ist wesentlich grösser geworden, da es nicht auf die ventrale Fläche der Kopfkapsel beschränkt bleibt, sondern sich an ihrer hinteren Fläche bis nahe zum Hinterhauptsloche ausdehnt. In diesem analen Bezirke des Mundfeldes sind die Stammstücke der Maxillen und des Labiums als im Allgemeinen längliche, jedoch wieder feiner gegliederte und distale Anhänge tragende Wülste untergebracht.

Die Mundteile gruppieren sich in der schon bei der Larve angedeutelen orocaudalen Ordnung hintereinander. Zu beiden Seiten der Oberlippe (Labrum) hängen die Mandibeln am vorderen Seitenrande als vollkommen isolierte und unabhängige Stücke. Maxillen und Labium dagegen bilden einen einheitlichen Complex, den Rüssel.

Das Labrum.

Die Oberlippe der Imago unterscheidet sich nach Form und Lage wesentlich von derjenigen der Larve. Bildete sie bei letzterer einen niedrigen, median eingekerbten Saum, so ist beim fertigen Insect ihr medianer Abschnitt in einen langen fingerförmigen Fortsatz ausgezogen, dessen Vorderseite und verdickter Basalrand dicht mit Borsten besetzt sind. Von den lateralen Ecken der Randzone laufen Leisten in der perioralen Membran gegen die Basis des Labiums. Auch die Be-

ziehungen der Oberlippe zu den Nachbargebilden werden gründlich geändert. Bei der Larve erscheint sie, wie bei den meisten Insecten, als eine directe Fortsetzung des Clypeus. Bei der ausgebildeten Wespe ist sie dagegen teilweise unter den Clypeus eingezogen, so dass letzterer ihre basale dünnhäutige und breite Hälfte ganz verdeckt. Durch diese Anordnung entsteht zwischen Clypeus und Oberlippe eine ziemlich tiefe Nische, deren vordere, dem Clypeus benachbarte Wand stark chitinisiert und gezähnelt ist. Infolge der verdeckten Lage zeigt die Oberlippe auch ein anderes Verhalten zu den Mandibeln. Sie hat nämlich ihre Bedeutung als schützende Lippe verloren. Wenn die Mandibeln sich median eng zusammenschliessen, so wird sie von ihnen vollständig verdeckt und zurückgeschoben. Deshalb ist bei dieser Stellung der Oberkiefer, das Labrum gar nicht zu sehen und die vorspringende Randzone des Clypeus deckt dann den vorderen Oberrand der Mandibeln. Offenbar hat die Oberlippe hier eine andere funktionelle Bedeutung als bei den Apiden.

Die Mandibeln.

Vom Seitenrande der Wangen hängen rechts und links die Mandibeln herab. Ihre Wurzelstellen stehen relativ weit auseinander, weil sich der breite Clypeus dazwischen schiebt. Von vorne gesehen, besitzen die Mandibeln einen ungefähr dreieckigen Umriss und eine mediane, schneidende Kante, an deren Enden mehrere kräftige Zacken vorspringen. Ihrer Bewegung dienen Muskeln, die durch Chitinsehnen mit der Basis in Verbindung treten, und zwar kommen wie bei der Larve zwei Sehnen in Betracht, eine kürzere am lateralen Rande und eine sehr kräftige mediale, die sich in zwei Äste gabelt und weit in die dorsal-laterale Kopfpartie hineinragt. An der lateralen und medialen Basis der

Oberkiefer liegen nach Bordas (1.) die Glandulae mandibulares internae et externae.

Der Rüssel.

Hinter den Oberkiefern folgt der aus den Maxillen und dem Labium zusammengefügte Rüssel. Noch in keinem entomologischen Werke habe ich eine vernünftige Schilderung des Wespenrüssels gelesen. Man beschreibt immer eine grosse Anzahl von Komponenten, aber niemand hat bisher darauf hingewiesen, dass unter den Namen: „Cardo, Stipes, Submentum, Mentum etc." lediglich einzelne Abschnitte der Aussenfläche der Kieferanhänge, nicht wirkliche Glieder derselben gemeint sind. Die mit den uns geläufigen Ausdrücken bezeichneten Stücke sind nur stärker verdickte Streifen der vorwiegend membranösen Chitinhülle der Rüsselteile, deren dünnere Abschnitte bisher überhaupt nicht beachtet wurden. Darum will ich jetzt nachdrücklich hervorheben, dass die Rüsselskeletteile im allgemeinen hohle handschuhfingerartige Ansätze des Kopfes darstellen, welche ungleich chitinisiert sind. Der hohle Charakter der Mundteile ist am bequemsten an den mit Kalilauge gereinigten Oberkiefern zu demonstrieren, weil sie aus gleichmässig dickem Chitin bestehen und die darin enthaltene Höhle an den aufgehellten Präparaten leicht wahrzunehmen ist. Unterkiefer und Unterlippe dagegen tragen einen mehr weichhäutigen Charakter. Ihre dicken Chitinzonen fallen aber natürlich bei flüchtiger Betrachtung mehr auf, während die dünnen Zonen wegen ihrer Durchsichtigkeit vernachlässigt werden.

Den Überblick über sämtliche Rüsselteile gewinnt man erst, nachdem man das Kopfskelett umgedreht hat. Dann fallen die Stammstücke des Rüssels als drei längliche, durch dunkle Chitinplatten versteifte Wülste auf, die in einen Ausschnitt der starren Kopfkapsel gleichwie in ein Rundbogenfenster eingesprengt liegen und

durch eine nischenartig eingesenkte weiche Chitinhaut mit dessen Rand zusammenhängen. Darum bleibt auch das Mundfeld bei der Imago nicht auf den ventralen Kopfrand beschränkt, sondern dehnt sich weit auf die Hinterseite aus. Es bildet also nicht eine gerade Fläche, sondern ist stumpfwinkelig an der hinteren Kopfwand emporgekrümmt. Da die Basalstücke der Maxillen und des Labiums sowohl an der Hinterseite als auch am ventralen Seitenrande des Kopfes inserieren, bildet die Grenzlinie des Mundfeldes ein langgestrecktes Oval. Die Stammstücke haben also eine federkielartig zugeschnittene Basis.

Maxille I.

Nach diesen allgemeinen Vorbemerkungen will ich zunächst den Bau der ersten Maxillen schildern. Bekanntlich unterscheidet man hier die vom Angel- und Stammgliede frei herabhängenden Kauladen und Taster. Ich will diese Namen beibehalten, obwohl ich eine andere Vorstellung damit verknüpfe. Die Stammstücke, welche ausser starken Muskeln nach Bordas (1.) die Glandulae maxillares bergen, reichen auf der Hinterseite des Kopfes bis an den oberen Bogenrand des Mundfeldes und convergieren gegen die Medianlinie. An ihrer im allgemeinen sehr zarten Chitinwand kann man zwei dickere und dunkler gefärbte Zonen unterscheiden. Am weitesten dorsal liegt die „Angelplatte, Cardo". Am unverletzten Präparate ist nur das rundlich verdickte Ende sichtbar, weil der dünne Stiel der Angelplatte von der Kopfkapsel verdeckt wird; er zieht nämlich schräg gegen den Grund der Nische, welche zwischen Mundfeld und Kopfkapsel eingegraben ist und den Unterkieferstamm mit der Kopfkapsel verbindet. Unterhalb der Angelplatte schliesst sich eine zweite langgestreckte Zone an, welche ebenfalls stark chitinisiert und dunkel gefärbt ist und „Stipes oder Stamm-

platte“ genannt wird. Die obere Hälfte des Stammgliedes ist stark lateral gewölbt und mit längeren Haaren besetzt. Am medialen Rand liegt ein dünner kielförmiger Chitinsaum. Sonst ist die mediale, seicht rinnenförmig gehöhlte Wand des Maxillarstammes wesentlich schwächer chitinisiert, weich und biegsam, so dass sie sich dem Labium dicht anschmiegt. Die übrigen Partien bleiben membranös.

Jeder Maxillarstamm trägt drei Äste: lateral einen fein behaarten, sechsgliederigen Taster, daneben die breite, flügelartige Aussenlade (Mala externa), am medialen Rande und etwas dorsal die kleine Innenlade, Mala interna. Die Aussenlade gliedert sich in ein kürzeres distales und grösseres basales Stück. Ihre gewölbte Aussenfläche ist mit langen Borsten in mannigfacher Gruppierung dicht besetzt. Die spärlich behaarte und schwach convexe Innenfläche der Aussenlade wird dagegen durch einen breiten dicken Chitinstreifen ausgezeichnet, der am caudalen Rande derselben verläuft. Seine orale Kante springt über die benachbarte Fläche vor und trägt eine Reihe langer Borsten. Die basale Partie dieser Platte deckt ein bürstenartiges Haarkissen, das, wie wir später sehen werden, gegen eine ähnlich differenzierte Stelle des Labiums wirkt. Die Aussenfläche der kleinen Innenlade trägt an der gegen die Aussenlade schauenden Hälfte längere Borsten, während ihr übriger Teil oben und unten dicht besetzt ist mit feinen Härchen. Den vorderen Rand umzieht ein dünner glatter Saum.

Das Labium.

Median zwischen den Stammplatten der Maxillen erhebt sich der stark gewölbte Stamm der Unterlippe. Er ist durch eine breite, dunkler gefärbte und dicke Chitinplatte versteift, welche „Mentum“ oder besser „Kinnplatte“ genannt wird. Hilzheimer (3) behauptet, dass sich dem Kinne dorsal ein kleines Submentum an-

schliesse, doch kann ich trotz aller Bemühungen dasselbe bei den Wespen als ein verdicktes Chitinstück nicht entdecken. Ich sehe an jener Stelle nur eine zarte, zwischen den Stammplatten der Maxillen eingespannte, ungefähr dreieckige Chitinmembran.

An Querschnitten erkennt man die wirkliche Beschaffenheit des Kinnstückes, das eine annähernd vierseitig prismatische Form besitzt, da sein oro-caudaler Durchmesser länger als der quere ist. Die breite caudale Wand ist stark verdickt als Kinnplatte, die frontale Wand dagegen ist oben breit und wird in distaler Richtung schmal und dünn. Die laterale, von den Stammgliedern der Maxillen zum Teil verdeckte Fläche des Labiums ist im allgemeinen dünnwandig. Nur ein an die frontale Wand angrenzender Abschnitt der Seitenfläche weist einen Streifen stärkerer Chitinisierung auf, welcher leicht gehöhlt und mit anliegenden, nach oben an Länge zunehmenden, messerförmigen Borsten dicht besetzt ist. Ihnen gegenüber liegen die Bürstenpolster, die ich an der Aussenlade der Maxillen beschrieben habe. Ob sie, wie Hilzheimer (3) meint, zum Kauen dienen oder eine andere Funktion haben, vermag ich nicht zu entscheiden.

Die frontale Kinnfläche ist schmal, rinnenartig vertieft und mit kurzen Härchen besetzt. Am distalen Ende des Kinnes mündet die Labialdrüse mit einem trichterförmig erweiterten Endstück. Ihre quere Öffnung liegt nicht im Niveau der eben beschriebenen frontalen Kinnfläche, sondern am Grunde einer schräg einschneidenden Vertiefung, so dass die Drüsenmündung von dem vorderen Rande der beiden Kinn-Borstenpolster überdacht wird.

Der Kinnabschnitt trägt als ventrale Anhänge die Zungen, eine Hauptzunge (Glossa) und zwei Nebenzungen (Paraglossae), an deren Basis nach Bordas (1.)

paarige Drüsen (Glandes linguales und paraglossales) münden.

Die Hauptzunge bildet einen annähernd dreieckigen hohlen Chitinsack, dessen freier Rand durch eine mediane Winkelkerbe in zwei abgerundete Zipfel gespalten ist. Hilzheimer (3.) sieht in dieser Spaltung eine Reminiscenz an die ursprünglich paarige Natur der Zunge. Jedoch ist diese Auffassung nicht haltbar; wie uns die Entwickelungsgeschichte später zeigen wird, gabelt sich die ursprünglich abgerundete Zungenanlage secundär in zwei Zipfel. Die Basis des chitinösen Zungenmantels wird durch je eine frontale und caudale, buckelig vorgewölbte Stützplatte versteift, welche seitlich durch schmale Spangen verbunden sind. Auf der frontalen, unter dem Kinne bezw. unter der Mündung des Brustspeichelganges liegenden Platte steht eine Gruppe nach vorne und unten gerichteter Borsten, während zwei Reihen dorsal gerichteter Haare die hintere Schuppe zieren.

Die vordere Fläche der dünnhäutigen, weichen Zunge trägt zahlreiche Querreihen S-förmig gekrümmter breiter Haare, so dass sie einem Reibeisen nicht unähnlich sieht. Die hintere Zungenfläche ist glatt, eine verdickte Chitinscheibe schützt das Ende jedes Zungenzipfels.

Die Hauptzunge wird rechts und links von je einer kürzeren und schmalen Nebenzunge flankiert, deren verbreiterte, stark chitinisierte Basis auf bogenförmigen Vorwölbungen dichte Büschel medial gerichteter Haare trägt. Die Endstücke der Nebenzungen sind ähnlich wie die Zipfel der Hauptzunge durch Chitinscheiben geschützt. Ihre Vorderseite ist mit ca. acht Querreihen gebogener Borsten besetzt.

Noch mehr lateral als die Nebenzungen entspringen aus dem Kinngliede die Unterlippentaster, die aus vier annähernd gleichförmigen Gliedern bestehen.

Innenlippen.

Die eben geschilderten Mundanhänge entziehen das Relief der Mundöffnung dem direkten Anblicke. Daher ist bisher noch wenig davon bekannt geworden. Wenn man aber die Mandibeln und Maxillen auseinander biegt, so sieht man einerseits hinter dem Labrum, andererseits auf dem Stamme des Labiums je einen lippenartigen, von schwachem Chitin überzogenen Wulst vorspringen. Beide umrahmen den eigentlichen Mundspalt und vermögen ihn hermetisch zu schliessen. Der vordere Lippenwulst hängt an der Hinterseite der Oberlippe und springt weit über den Mund vor. Der hintere Wulst reicht nicht über den Clypeusrand hinaus. Aus der grossen Zahl von Bezeichnungen, welche ich in der Literatur für diese Gebilde gefunden habe, acceptiere ich das Wort „Innenlippe", da es sowohl die Beziehungen der Falten zum Mundspalt als auch ihren Unterschied gegen Ober- und Unterlippe ausdrückt.

Die vordere (frontale) Innenlippe springt über die eigentliche Mundöffnung ventral fast ebenso weit wie die Oberlippe vor, als schmaler Quersaum, dessen wulstig aufgetriebene Masse den frontalen Mundrand und die Mundwinkel lateral umgreift. Ihr freier Rand treibt einen medianen spitzen Zipfel. Am Mundeingange, der an der dorsalen Grenze der Innenlippe, genau in der Höhe des Clypeusrandes liegt, verläuft an der hinteren Seite der Innenlippe eine bogenförmige Leiste mit einer Reihe nach hinten ragender Borsten, welche ein feines Gitter vor dem Munde bilden. Die Bedeutung desselben wird durch die Ernährungsweise verständlich. Nach Janet (5.) nehmen die Wespen und Ameisen ausschliesslich Flüssigkeiten auf. Da aber ihre Kiefer auch gröbere Stoffe zum Nestbau oder als Larvenfutter bearbeiten, dürfte das Borstengitter als eine Schutzvorrich-

tung, als ein Filter zu betrachten sein, das den Eintritt gröberer Partikelchen in den Mund verhindern soll.

Nicht minder mächtig ist die hintere Innenlippe entwickelt. Sie umsäumt den hinteren Mundrand als plumper Querwulst. Ihre stärker chitinisierte frontale Fläche ist mit feinen Härchen dicht besetzt. Sie ist vom Rüssel sehr deutlich abgehoben, weil das Mundfeld hinter ihr und vor dem Kinngliede eine tiefe, dorsal einschneidende Grenztasche bildet, die fast immer mit braunen Massen gefüllt ist; Janet (4 u. 5) nennt sie „Poche gnathale". Sie dient nach ihm dazu, den von der Reinigung des Körpers herkommenden Detritus und die festen Überbleibsel der Nahrung aufzunehmen und zusammenzukleben, damit sie in Form kleiner Kügelchen ausgeworfen werden. Die an der Frontalseite des Labiums vorhandene Rinne bildet die Ausgangsfurche der hinteren Grenztasche.

Die Rüsselhöhle.

Um die ausschliesslich flüssige Nahrung der Wespe an den Mund zu schaffen, wird von einigen Rüsselteilen eine kurze Saugröhre hergestellt. An ihrer Bildung beteiligen sich weder die Unterlippentaster, noch die Unterkiefertaster, sie hängen vielmehr lateral ziemlich gestreckt abwärts. Allein die Laden der Maxillen treten in Wirksamkeit und schliessen die oben erwähnte, an der frontalen Wand des Kinnstückes befindliche Rinne zu einer kurzen Rüsselröhre, indem sie sich von beiden Seiten her median zusammenschieben und dadurch die Mentalrinne überdachen. Dabei legen sich auch die saumartigen Medialränder der Innenladen innig an einander. Da die Innenladen der Maxillen nicht bis an die Mundöffnung heranreichen, beteiligt sich die vordere Innenlippe an dem Röhrenverschluss.

Die Füllung der Rüsselhöhle mit Flüssigkeit geschieht mittelst der Zunge (d. h. der Haupt- und Nebenzungen).

Im ausgestreckten Zustande liegen diese unterhalb der Rüsselröhre. Nur ihre Basis wird eben noch von den Spitzen der Aussenladen des Unterkiefers bedeckt. Darum kann die Zunge, in Wasser oder süssen Saft von angebissenen Früchten eingetaucht, bestimmte Mengen der Flüssigkeit zwischen ihren Haaren festhalten und an die Rüsselröhre heranführen, wenn sie mittels Muskeltätigkeit nahezu ganz eingezogen wird. Im folgenden will ich kurz diesen Vorgang schildern. Vom Mentum strahlen kräftige Muskelbündel an die beiden Stützplatten der Zunge. Durch ihre Contraktion wird die hintere Stützplatte nicht bloss zurückgezogen, sondern infolge ihrer elastischen Verbindung mit der Kinnplatte so stark dorsal herumgebogen, dass der distale Rand gerade entgegengesetzt nach aufwärts schaut und am Zungenstamm eine tiefe Grube entsteht. Aus ihr ragen die Borsten der Stützplatte, welche vorher nach hinten gerichtet waren, gerade nach oben gegen die Unterseite der zugleich eingezogenen Zunge. Letztere wird gegen das Kinnstück eingeknickt und so aufgerichtet, dass ihre behaarte Vorderseite der Oberlippe nahe liegt. Dadurch gelangen Zunge und Nebenzungen vollständig unter die Unterkieferladen, so dass sie an der Vorderansicht des Kopfes nur wenig sichtbar sind. Der herzförmige Zungenlappen wird bei diesem Vorgange rechtwinkelig gegen das Kinn abgebogen. Auf die Partie des Unterlippenstammes, welche die Drüsenmündung überdeckt, wirkt die Lageveränderung der Zunge deformierend. Dieses Stück wird infolge seiner membranösen Beschaffenheit eingedrückt und stark gefaltet. Doch wird ein hermetischer Verschluss der Labialdrüse durch die Borsten der vorderen basalen Stützplatte der Zunge verhindert.

Die Annäherung der Zunge an die kurze Saugröhre vor dem Mund wird nicht nur durch die senkrechte Abbiegung des Zungenkörpers sondern auch durch gleich-

zeitiges Hochziehen des gemeinsamen Rüsselstammes, insbesonders seiner dickeren Chitinstreifen, der Angel- und Stammstücke des Unterkiefers und der Kinnplatte veranlasst. Sie werden soweit an die Kopfkapsel herangezogen, dass von der Membran, welche sie mit den Rändern des Mundfeldes verbindet, nichts mehr sichtbar ist. Auf Längsschnitten tritt sie als stark zusammengedrückte Falte hervor.

Pharynx.

Der an der Mundöffnung beginnende Abschnitt (Pharynx) des Darmes, den man prägnanter Kopfdarm nennen sollte, ist von Bordas (1.) bereits ausführlich beschrieben worden. Trotzdem muss ich kurz darauf eingehen, um einen Irrtum Hilzheimers (3.) zu berichtigen. Der Pharynx steigt zunächst als ein in orocaudaler Richtung stark comprimierter Hohlschlauch bis zum oberen Clypeus-Rande gerade dorsal, biegt hier unter allmählicher Verengerung caudal und tritt als enger Kanal zwischen dem oberen und unteren Schlundganglion in die Brust ein. Der Pharynx ist mit Chitin ausgekleidet und besonders seine an die hintere Innenlippe anstossende hintere Wand stark verdickt. Hier bildet die Chitintapete eine starre Platte, von welcher zwei lange laterale Spangen dorsal abgehen und die Darmwand gespannt halten. Am vorderen Ende der Platte, d. h. nahe der Innenlippe münden rechts und links zahlreiche Ausführungsgänge zweier Drüsenhaufen, die Bordas (1.) als Glandulae sublinguales bezeichnet. Am hinteren Plattenrande und medial von der Basis der beiden Spangen fallen zwei scheinbar siebartig durchbrochene und in das Pharynx-Lumen buckelartig vorspringende Höcker auf. Unter denselben liegen dichtgedrängt zahlreiche Ganglienzellen, deren Enden mit feinen, in kleine Gruben eingelassenen Sinneshaaren in Verbindung stehen.

Durch mächtige Muskeln abwechselnd erweitert und verengert, führt der Pharynx Saugbewegungen aus, welche die vor dem Munde angesammelte Nahrung in die Rüsselhöhle und den Darm ziehen. Die Ausdehnung des Pharynx geschieht hauptsächlich durch den Dilatator pharyngis superior, der aus der Gegend des Stirnfeldes an die dorsale Pharynxwand ausstrahlt und den Dilatator pharyngis inferior, der von der Querbrücke des Tentoriums über dem unteren Schlundganglion an die ventrale Mundwand heranzieht. Ihnen wirken als Constrictoren Längs- und Zirkulärfasern entgegen.

C.

Die Entwickelung des Kopfes und der Mundanhänge während der Nymphenzeit.

Die grosse Lücke, welche zwischen den soeben geschilderten Stadien klafft, kann nur durch das Studium der Entwickelungsgeschichte ausgefüllt werden. Die hier stattfindenden Veränderungen bereiten sich gegen Ende der Larvenperiode unter der Cuticula des Larvenkopfes vor. Sie modellieren den Weichkörper in einer so radicalen Weise um, dass von dem Larvenbilde kaum die allgemeinsten Züge erhalten bleiben. Da sich die Vorgänge, die in prinzipiell übereinstimmender Weise bei Vespiden und Apiden vor sich gehen, unter der Chitinhaut wie unter einer Maske abspielen, kann man sie bei äusserlicher Betrachtung nur ganz oberflächlich wahrnehmen. Um einen zuverlässigen Einblick zu erlangen, habe ich Längs- und Querschnittserien der Larvenköpfe angefertigt und die wichtigsten Stadien in Wachs reconstruiert.

Ich bespreche zuerst das Epithel-Modell des Kopfes einer erwachsenen Larve. Der Epithelmantel wiederholt zwar in den groben Umrissen die Form der ihn umhüllenden Chitinkapsel, die ich oben geschildert

habe, da er sie als Cuticularprodukt geschaffen hat und ihr noch innig angeschmiegt ist. Jedoch das Relief der Epithelwand ist schon reicher geworden als die Sculptur der Larvenkopfkapsel; denn wir treffen bereits Anlagen, welche keinen Abdruck am äusseren Chitinskelett erzeugt haben.

In geringer Entfernung vom Scheitel finden sich die drei Punktaugen, die beiden oberen am seitlichen Rande, das dritte am ventralen Ende einer vom Scheitel ventral ziehenden Epithelfurche. Lateral von den Punktaugen und nahe den oben erwähnten Stirnleisten der Larvencuticula hat sich das Epithel vom Chitin losgelöst und je eine längsovale seichte Grube gebildet, deren Boden besonders am medialen Rande stark verdickt ist; das sind die Anlagen der Facettenaugen. Median vom unteren Ende der Facettenaugen und zu beiden Seiten des breiten Stirnfeldes erkennen wir ovale Gruben, an deren dorso-medialer Wand die Antennen als feingeringelte Zäpfchen sprossen. Sie liegen genau unter den hellen Stellen, welche uns schon oben an der larvalen Kopfkapsel auffielen. Der weiche Kern der Mundanhänge bewahrt um diese Zeit noch vollkommen die Form seines Chitinmantels und bedarf daher keiner näheren Beschreibung. Auf Medianschnitten sehen wir, dass die Mundanhänge einen weiten trichterförmigen Raum umstellen, an welchen der enge, dorso-ventral comprimierte Vorderdarm sich anschliesst, um bereits innerhalb des ersten Körpersegmentes in den weiten Mitteldarm überzugehen. Der Labialdrüsengang ist ein kurzer weiter Kanal mit dicker Wand. Oberes und unteres Schlundganglion sind relativ klein und füllen die Kopfhöhle nur wenig aus.

Dieser Zustand bleibt nicht lange erhalten. Die Larven hören auf zu fressen, stossen den dunklen Nahrungsbrei, der ihnen eine schmutziggraue Färbung verleiht, aus dem Darme aus und spinnen sich zur

Verpuppung ein. Heben wir ein solches Tier aus seiner Zelle, so fällt uns die Veränderung seines Aussehens auf. Die eben erwähnte schmutzig graue Farbe ist in reines Weiss verwandelt. Diese Eigenschaft dient als bequemes Erkennungsmittel, um die richtigen Larven aus einem grösseren Material rasch herauszusuchen. Gerade in diesem Stadium setzen unter der Larvenhülle gewaltige Formänderungen der Körpermasse und des äusseren Hautreliefs ein, deren Endresultat wir in dem wiedergegebenen Modelle fixiert sehen. Um die für die Veränderung nötige Freiheit zu erhalten, löst sich der Weichkörper des Larvenkopfes mehr und mehr von der Cuticula und zieht sich auf ein kleineres Volumen zusammen. So entsteht zwischen beiden besonders dorsal und lateral ein immer weiter werdender Spaltraum. Deshalb kann man das Tier mit einiger Vorsicht unschwer aus der Larvenhülle lösen. Die Verringerung des Kopfvolumens ist so enorm, dass der Leser beim Anblick der in gleichem Massstabe reconstruierten und photographierten Modelle glauben könnte, sie seien bei verschiedener Vergrösserung angefertigt. Ich habe selbst an der Zuverlässigkeit meiner Beobachtungen gezweifelt, aber durch wiederholte Messungen mich von der Richtigkeit derselben überzeugt. Obgleich beide Modelle von zwei gleich grossen Larven stammen und in gleicher Vergrösserung reconstruiert wurden, ist doch die Breite des Kopfes im zweiten Modell um ein Achtel geringer als in dem jüngeren Stadium. Auch die Höhe hat etwas abgenommen, während die Länge nicht merklich verändert ist. Besonders deutlich tritt die Reduction des Volumens an Querschnitten zu Tage. Die Epithelwand des Kopfes verengert sich so stark, dass sie fast überall den Ganglienmassen anliegt. Zugleich erkennt man, dass sich die Augenregion, die am Beginne der Metamorphose eingedrückt war, deutlich vorwölbt und dass mit der Verschmälerung des Kopfes die Facettenaugen

ihre definitive Lage an der seitlichen Kopfwand einnehmen. Die Punktaugen behaupten mehr den dorsalen Rand, so dass sich ihr Abstand von der Antennenwurzel merklich vergrössert.

Die Reductionserscheinungen treffen nur die Kopfkapsel. Dagegen wuchern ihre Anhänge mächtig und füllen den unter der Cuticula entstandenen freien Raum grösstenteils wieder aus. In erster Linie fällt die enorme Entwickelung der Antennen auf, welche zu grossen, wohlgegliederten Fäden auswachsen. Die Fühlergruben verstreichen vollständig und die Wurzelstellen der Fühler werden durch Verschmälerung des Kopfes einander median genähert. Die definitive Zahl der Antennenglieder (13 ♂, 12 ♀) ist schon deutlich zu erkennen. Da die Fühler bei ihrer beträchtlichen Länge sich unter der Larvenhaut nicht gerade strecken können, sind sie über und neben dem Kopfe spiralig zusammengelegt und erfüllen den grössten Teil des subcuticularen Spaltraumes. Am Modell erwecken sie den Eindruck, als ob der Kopf mit zwei Widderhörnern verziert wäre.

Die Mundanhänge wachsen ebenfalls rasch heran. Aus den bisher plumpen Höckern entstehen auffallend langgestreckte Fortsätze. Dorsal über dem Mund wird die Clypeuszone in eine leichtgebogene und langgestreckte Platte ausgezogen, deren gegabeltes und etwas verschmälertes Endstück der Anlage des Labrums entsprechen dürfte. Seitlich wuchern die Mandibeln als lange und schmale Fortsätze heran. Am ventralen Mundrande differenzieren sich die bisher primitiven Rüsselteile in charakteristischer Weise. Ihre während der Larvenzeit einheitliche und eintönige Anlage wird im Übergangsstadium sehr stark gegliedert, indem die beweglichen Teile der Unterkiefer und Unterlippe als zarte Längssprossen aus dem gemeinsamen Stamm hervorwachsen. Auf dem einheitlichen kurzen Stamm der Maxillen knospen drei ungleich lange Äste: die

kräftige Aussenlade auf der Mitte des Stammstückes, medial die nur halb so lange Innenlade und lateral der längere Taster. Auch an der Unterlippe erscheint die definitive Gliederung. Die ventral von der Drüsenmündung gelegene Partie wächst zu einem flachen, breiten Lappen aus, dessen grösserer medianer Zipfel die Anlage der Hauptzunge markiert, während die Nebenzungen als kleine Höcker am Seitenrande sichtbar sind. An dem Modell lässt die Zunge die erste Andeutung ihrer distalen Kerbe erkennen. Zwei der Zunge an Länge gleichkommende fingerförmige Taster entwickeln sich am hinteren Seitenrande der ganzen Anlage aus der Zungenbasis. Die Mündung der Labialdrüse, welche von einem dicken Frontalwulste des gemeinsamen Rüsselstammes überdacht wird, liegt nun nicht mehr an der Spitze des Labiums.

Der Mund befindet sich am Grunde des von Ober- und Unterlippe, Mandibeln und Maxillen begrenzten Vorraumes als eine halbkreisförmige, schräg gestellte Öffnung, welche gegen Mandibeln und Maxillen durch eine wallartige Randfalte scharf abgegrenzt ist. An die Mundöffnung schliesst sich der überall annähernd gleichweite Kopfdarm an.

Die Veränderung der ganzen Kopfanlage ist sowohl in der Profilansicht, wie an Medianschnitten besonders augenfällig. Während der Larvenkopf wie ein kurzer flachgedrückter Knopf vor dem ersten Brustsegmente hängt, springt der gleiche Körperabschnitt während der Metamorphose immer stärker vor und entfaltet seine äusseren Anhänge so sehr in präoraler Richtung, dass in einem bestimmten Zeitabschnitte seine künftige dorsoventrale Achse mit der Sagittalachse des Körpers zusammenfällt. Für das Längenwachstum des Kopfes bietet natürlich der von der chitinösen Kapsel umspannte Raum keinen Platz. Daher wird die Hauptmasse des primitiven Nymphenkopfes allmählich in das erste Lar-

vensegment gedrängt. Schon mit unbewaffnetem Auge sieht man an frisch conservierten Larven um diese Zeit den Nymphenkopf, bisweilen kenntlich an den schwach rötlich gefärbten Facettenaugen, durch die zarte Chitinhaut des vorderen Körperendes hindurch schimmern.

Während des Wachstums der Anhänge schneidet die seichte Ringfalte, welche den Kopf der Larve vom ersten Segmente trennt, besonders lateral und ventral tiefer ein. Dadurch wird die Gelenkstelle mit dem ersten Körpersegmente enger, der Kopf emanzipiert sich und gewinnt allmählich die freie Beweglichkeit der Imago.

In der Folge nehmen alle Anlagen langsam und stetig an Umfang zu. Jedoch mit Rücksicht auf den engen Raum innerhalb der Larvenhülle, legt sich das rasch wachsende Epithel in Falten, welche das Studium der Formwandlungen sehr erschweren. Zu einer neuen Anlage differenziert sich der lange plattenförmige Auswuchs des Mundfeldes, welcher zwischen den beiden Mandibeln vorragt und den Mund dorsal überdacht. Er wird durch einen queren Einschnitt in ein kürzeres distales Stück und den breiten Clypeus zerlegt, der durch eine tiefe Furche vom angrenzenden Stirnfelde abgesetzt wird. Der distale Abschnitt emanzipiert sich nach und nach vom Clypeus und rückt unter dessen freien Rand. Das wird die Anlage der Oberlippe. Gleichzeitig trennt eine horizontale Furche aus der ventral-basalen Partie desselben secundär einen kleineren Bezirk ab, der genau in der Höhe des Clypeusrandes mit der Oberlippe verbunden bleibt. Wie die spätere Entwickelung lehrt, geht daraus die vordere Innenlippe des Mundes hervor. Das Lumen des Vorderdarmes und des Speicheldrüsenganges verengert sich in dieser Zeit beträchtlich. Letzterer nimmt natürlich mit dem Wachstum der Unterlippe an Länge zu. Die Abgliederung des Kopfes vom Thorax macht weitere Fortschritte, während

auf der Oberfläche des ganzen Tieres die Puppenhaut als zarte Chitinhülle abgeschieden wird.

In diesem Stadium der Entwickelung sprengt die junge Puppe die Larvenhaut. Dabei neigt sich der Kopf immer mehr ventralwärts, bis er schliesslich vollkommen senkrecht zum Körper steht. So wird wieder der Zustand hergestellt, der für die Larvenzeit charakteristisch war. Der Darm und der Ausführungsgang der Labialdrüse, die bisher ziemlich gerade durch den Kopf und den Körper zogen, können nach der Abknikkung nur unter starker Biegung in den Thorax gelangen. Der Darm wird von den zur einheitlichen Masse zusammengeschlossenen Schlundganglien eng umfasst.

Nach dem Abstreifen der Larvenhaut glättet sich das Epithel aus, so dass das wahre Relief des Kopfes gut zur Anschauung kommt. Die bereits angelegten Differenzierungen lassen die groben Züge ihrer künftigen Gestalt erkennen. Die Facettenaugen sind meistens noch vollkommen farblos und heben sich daher wenig aus ihrer Umgebung heraus. Die Antennen dagegen besitzen schon ihre wirkliche Länge und Gliederung. Am Clypeus, den Mandibeln und der Oberlippe treten die Andeutungen ihres definitiven Reliefs hervor. Maxillen und Labium, die sich bisher unabhängig von einander entwickelten, legen sich mit Beginn der Nymphenzeit ihrer künftigen Bestimmung gemäss inniger zusammen. Ihr gemeinsamer Stamm hebt sich deutlich aus dem Niveau des Mundfeldes heraus. An ihren Endgliedern machen sich die Anfänge der definitiven Modellierung und Anordnung bemerkbar. Laden und Zungen nehmen eine platte Form an. Die Randkerbe der Hauptzunge wird tiefer. Die Taster fangen an sich zu gliedern. An der vorderen Fläche des Kinnstückes erscheint genau unterhalb des freien Clypeusrandes ein zunächst unscheinbarer Wulst, der im weiteren Verlaufe

der Entwickelung mächtig wuchert. Das ist die Anlage der hinteren Innenlippe.

Diese Vorgänge spielen sich sehr rasch ab. Das Modell eines Puppenkopfes, das kurze Zeit nach dem Abstreifen der Larvenhülle reconstruiert wurde, zeigt in allen Teilen die Grundzüge des fertigen Zustandes. Die weitere Entwickelung fördert nur seine feinere Modellierung.

Die Kopfkapsel, welche schon während der Verwandlung ihre imaginale Form angenommen hat und mächtig aufgetrieben ist, schnürt sich immer mehr vom Thorax ab. Durch die allseitige Verengerung der Hinterhauptsgrenze wird die Querbrücke des Tentoriums, die am Larvenkopfe sehr mächtig entwickelt war, wesentlich verkürzt. Die beiden longitudinalen Schenkel dagegen entwickeln sich zu kräftigen breiten Spangen, welche an die seitlichen Grenzfurchen des Clypeus unterhalb der Fühlerwurzeln heranziehen.

Die Facettenaugen, welche bereits unter der Larvenhaut ihre definitive Form und Lage an der seitlichen Kopfwand eingenommen haben, zeigen die Anfänge der Pigmentierung, indem sie zunächst in einem schwach rötlichen Ton erscheinen.

Die Modellierung der Mundanhänge ist weiter fortgeschritten. Aus den anfänglich plumpen Gebilden werden zierlich gegliederte Fortsätze. Die Oberlippe setzt sich immer deutlicher vom Clypeus ab. Ihr breiter Oberrand rückt fast vollständig unter den Clypeus, nur ihr medianer fingerförmiger Fortsatz steht frei vor. In ähnlicher Weise differenziert sich die unter dem Labrum hängende vordere Innenlippe. Auf einem breiteren basalen Lappen, dessen laterale Partien sich ventralwärts herunterneigen, wuchert ein medianer Fortsatz, freilich wesentlich schwächer als der mediane Zacken der Oberlippe. Die Hinterseite der Innenlippe erzeugt nahe dem Mundrande einen kleinen Kamm, der später

dem Borstengitter als Unterlage dienen wird. Hinter der ventralen Innenlippe bildet sich eine bogenförmig gegen den Pharynx vordringende Tasche, welche die Lippe aus ihrer Umgebung scharf heraushebt. Mit dem Wachstum verdickt sich ihre Randpartie und bildet sich zu einem Querwulste aus, der durch eine dünnere Platte mit der benachbarten Epidermis zusammenhängt.

Die Mandibeln, durch eine basale Furche von der Kopfwand abgesetzt, wachsen zu zwei breiten Kauladen aus. Die Zähnelung ihres medialen Randes wird immer deutlicher. An der medialen Seite ihrer Basis senkt sich in dem Winkel, welchen die Mandibeln mit dem Clypeus bilden, eine kleine bauchige Drüse, die Anlage der medialen Mandibulardrüse ein. Von den Muskelfortsätzen ist der mediane, der sich schon früher in zwei Äste gabelte, stärker geworden. Beide Äste ziehen in die lateral von den Tentoriumschenkeln gelegene Kopfpartie, um sich hier mit kräftigen Muskeln zu verbinden.

Die Stammstücke der Maxillen und des Labiums, welche am Beginne der Nymphenzeit wenig differenziert waren, gliedern sich mit zunehmender Modellierung schärfer von einander ab. Falten schneiden zwischen ihnen ein und lassen, indem sie basalwärts vordringen, die Stammstücke bald in ihrer endgültigen Gestalt hervortreten. Um ihre Basis senkt sich das Mundfeld ein und bildet eine nach und nach tiefer in die Kopfkapsel eindringende Nische, durch welche die Beweglichkeit des Rüssels garantiert wird.

Die weiteren Veränderungen kann man ohne Schwierigkeit am natürlichen Objecte verfolgen. Schon dem unbewaffneten Auge fällt die langsam fortschreitende Pigmentierung der Facettenaugen auf. Zunächst matt rötlich, nehmen sie nach und nach eine dunklere Färbung an, so dass man nach den verschiedenen Tönen die zusammengehörigen Stadien leicht sortieren kann.

Die Stammstücke der Maxillen und des Labiums gliedern sich deutlicher von einander und von der Kopfkapsel ab. Am basalen Ende jedes Stipes erscheint die Anlage des Cardo in Form einer flachen Vorwölbung. Die den Stammstücken aufsitzenden Äste werden schlanker und zierlicher und lassen ihre definitive Gliederung vollkommmen deutlich hervortreten.

Nachdem alle Teile ihre definitive Form und Gliederung erlangt haben, beginnt die Bildung der imaginalen Cuticula unter der Nymphenhaut. Sie setzt als hellgelbliche Chitinanlage an der gezähnelten Kante der Mandibeln ein und ergreift nach und nach die benachbarten Teile der Kopfkapsel, vor allem ihre Rückwand. Die Ränder der Mandibeln erhärten immer mehr und werden schliesslich ganz schwarz. Gleichzeitig überzieht sich die Rückseite der Stammteile des Rüssels mit einem allmählich dunkler werdenden Chitinmantel. So bilden sich jene dicken Streifen aus, die in den Beschreibungen als Mentum, Stipes etc. bezeichnet werden. Gegen Ende der Nymphenzeit nehmen auch Äste und Fühler der Maxillen sowie des Labiums einen goldbraunen Ton an. Mit der Chitinisierung hält die Ausbildung eines anfangs farblosen Haarkleides gleichen Schritt. Frühzeitig ist dasselbe am Labrum und auf der Oberseite der Zunge zu erkennen.

Damit ist die Entwickelung vollendet. Das Insect sprengt die zarte Nymphenhülle, durchnagt den Zelldeckel und verlässt sein enges Gefängnis.

Vergleichende Betrachtungen.

Nachdem ich den Bau des Wespenkopfes ausführlich geschildert habe, drängt sich die Frage auf, in wie weit diese Befunde bei anderen Hymenopteren Bestätigung finden. Leider gestattete der Mangel an Zeit und Material mir nicht, umfassende vergleichende Studien anzustellen. Ich musste mich auf Apis und Bombus sowie auf die Angaben Janets (5 u. 6) über die Formiciden beschränken.

Obgleich der allgemeine Bauplan stets gewahrt bleibt, ergeben sich im Ausbau der einzelnen Derivate des Mundfeldes mancherlei Differenzen. Vor allem treten die Vespiden zu den Apiden in Contrast, während viele gemeinsame Züge sie mit den Formiciden verbinden.

Bei Apis und Bombus und wohl bei allen Apiden ist das Labrum eine directe Verlängerung des Clypeus und bedeckt die Mandibeln teilweise von oben her. Das Labrum der Formiciden dagegen harmoniert nach den Schnittbildern von Janet (4.) mit den Vespiden.

Die Mandibeln zeigen specifische Differenzen. Bei der Biene besitzen sie ungefähr die Form einer der Finger grösstenteils beraubten Hand. Die Kiefer der Hummeln sind löffelartig mit sehr stumpfen Zähnen am Schnittrande und haben eine stark geriefte Aussenfläche.

Mannigfache Unterschiede fördert ein Vergleich der Rüsselelemente bei Vespa, Apis und Bombus zu Tage.

Zu den bei der Wespe vorhandenen Differenzierungen der Basalstücke gesellen sich bei Apiden Neubildungen, da bei Bombus und Apis ein Submentum deutlich nachweisbar ist. Von ihm ziehen zwei schmale Spangen, die „Zügel", zu den Cardines.

Die Ausbildung der Endäste ist dagegen bei Apis und Bombus einfacher als bei den Vespiden. Auf dem

langgestreckten Stipes sitzt bei ihnen nur eine lange sensenförmige Lade, die der Aussenlade entsprechen dürfte. Dafür dass sie durch Verwachsung der beiden Laden entstanden ist, wie wohl behauptet wird, fehlt meines Wissens jeder Beweis. Eine Innenlade ist nicht vorhanden und der Taster zu einem rudimentären Stiftchen zusammengeschrumpft.

Grundverschiedene Formen besitzen die Zungen. An die Stelle des breiten Zungenlappens der Wespe tritt bei Apis und Bombus ein langgestrecktes, pinselartig behaartes Gebilde, das Breithaupt (2.) genau beschrieben hat.

Die Nebenzungen der Biene und Hummel erlangen keine so starke Entwickelung als die der Wespe. Sie bilden bekanntlich ganz kurze glatte Fortsätze, welche die Zungenbasis rechts und links flankieren.

Die Taster der Unterlippe lassen bei Wespe, Biene und Hummel vier Glieder unterscheiden. Aber während bei der Wespe die einzelnen Glieder walzenförmig sind und von der Basis gegen die Spitze zu allmählich an Länge abnehmen, sind die Labialtaster der Biene und Hummel lange plattgedrückte Anhänge, deren erstes Glied ungefähr doppelt so lang ist als die drei anderen. Die abweichende Form der Labialtaster bei den Apiden ist notwendig, weil sich bei ihnen die Taster an der Bildung der Rüsselröhre beteiligen. Bei den Vespiden bewahren sie ihre Selbständigkeit.

Besonderes Interesse beanspruchen die Innenlippen, weil über sie wenig bekannt ist.

Alle von mir untersuchten Hymenopteren besitzen zwei Innenlippen, deren Ausbildung grossen specifischen Schwankungen unterliegt. Bei den Ameisen scheint, nach Janet's (4.) Abbildungen zu urteilen, die vordere Innenlippe ähnlich geformt zu sein wie bei den Wespen. Den Haarsaum bildet Janet allerdings nicht ab. Bei Bombus und Apis ist die vordere Innenlippe einfacher

gestaltet als bei der Wespe. Als langgestreckte plattgedrückte Zunge fällt sie bei Bombus auf, deren Spitze dorsal umgeschlagen ist. Auf ihrer Unterseite verläuft ein hoher medianer Grat, der auf Schnitten als starke Epithelverdickung zur Geltung kommt. Die vordere Innenlippe der Biene besitzt eine ähnliche Form, ist aber relativ kürzer. Ein Haargitter sehe ich weder bei der Biene noch bei der Hummel. Nur kurze Härchen sind auf der Ventralseite verstreut. Das Fehlen des Filtergitters harmoniert mit der Lebensweise; denn diese Hymenopteren nähren sich bekanntlich nicht nur von flüssigen Stoffen, sondern auch von Pollen.

Ein sehr wechselndes Verhalten zeigt die hintere Innenlippe. Bei Vespiden und nach Janet (4. u. 5.) auch bei Formiciden ist sie mächtig entwickelt und umsäumt den Mund als dicke wulstige Falte, unter der sich eine geräumige Tasche ausgebildet hat. Bei Bienen und Hummeln hat man bisher die hintere Innenlippe nicht gekannt. Aber auch bei ihnen können wir die ventrale Innenlippe nachweisen. Sie tritt nur nicht so deutlich hervor als bei Wespen und Ameisen, weil sie klein bleibt und sich unter ihr keine Tasche gebildet hat. Ihre Form wechselt bei den Spezies. Bei Bombus besteht sie aus drei Stücken: einem medialen, löffelförmigen bräunlich chitinisierten und fein behaarten Lappen und zwei seitlichen flügelartigen Anhängen welche der Unterlage grösstenteils angewachsen sind. Die ventrale Innenlippe der Biene präsentiert sich als eine bräunliche behaarte Chitinplatte, deren vordere Ecken je einen kleinen zipfelartigen Fortsatz entsenden. Infolge dessen sehen wir sie bei Apis auf medianen Längsschnitten nicht. Sie wird erst von mehr seitlichen Schnitten getroffen.

Historisch-kritische Schlussbemerkungen.

Es erübrigt mir noch, derjenigen Autoren zu gedenken, welche sich vor mir mit dem Bau des Wespenkopfes beschäftigt haben.

Abgesehen von den alten Angaben von Swammerdam (10.) und Réaumur (7.) war Treviranus (11.) der Erste, der die Mundwerkzeuge der Wespen genauer untersuchte. Manche seiner Beobachtungen und Deutungen vermögen zwar unserer besseren Erkenntnis nicht mehr stand zu halten; trotzdem zwingt uns das morphologische Verständnis, das aus seinen Schilderungen und Zeichnungen spricht, zu aufrichtiger Bewunderung.

Seitdem ist die Kenntnis der Mundwerkzeuge meines Studienobjectes eigentlich nicht mehr gefördert worden. Wenn ich von den Handbüchern der Entomologie absehe, in denen unter anderen Beispielen auch die Wespe figuriert, begegnet man nur gelegentlichen Bemerkungen.

Bordas (1.) studierte die Drüsen und den Darmkanal zahlreicher Hymenopteren. Bei den Vespiden fand er acht, zum grössten Teile paarige Drüsen, die im Kopf und Thorax gelegen, ihre Secrete im Bereiche der Mundteile entleeren. Ihre Lage habe ich in meiner Beschreibung angegeben. Bei der Schilderung des Darmkanales erwähnt Bordas (1.) auch die der Mundöffnung zunächst liegenden Reliefbildungen.

Janet (5 u. 6.) zieht in seinen morphologischen Studien über den Kopf der Insecten und im Besonderen der Ameisen vielfach die Vespiden zum Vergleiche heran. Da ihn aber lediglich die Metamerie des Kopfes interessiert, bieten seine Mitteilungen, so vorzüglich sie auch an sich sind, für meine Studien wenig Anknüpfungspunkte. Soweit sie unser Thema berühren, haben sie bereits Erwähnung gefunden.

In jüngster Zeit hat Hilzheimer (3.) das Labium der Wespe und anderer Hymenopteren untersucht, um festzustellen, ob sie ein Organ besitzen, das den Namen „Hypopharynx" verdient und nach Lage und Beschaffenheit dem Hypopharynx der übrigen Insecten homolog ist. Er bejaht diese Frage und definiert den Hypopharynx als einen Wulst, der median auf der Innenseite der Unterlippe liegt, am Submentum beginnt, etwas über das Mentum hinausreicht und von oben her den Speichelgang deckt. Er unterscheidet drei Abschnitte desselben: die hintere Hypopharyngealstütze, das Verbindungsstück und den Hypopharyngeallappen. Nach vielen Mühen ist es mir gelungen, aus den schlechten Abbildungen und der unbeholfenen Beschreibung Hilzheimers (3.) zu enträtseln, dass er verschiedene anatomisch nicht zusammengehörige Teile der Mundgegend mit dem Namen Hypopharynx bezeichnet, welche teils in der Mundhöhle, teils vor dem Munde liegen. Die Hypopharyngealstütze ist nichts anderes als das Pharynxgerüst, das den Vorderdarm gespannt erhält. Dasselbe ist eine Differenzierung der analen Wand des Vorderdarmes oberhalb der Mundöffnung und liegt in einem ganz anderen Niveau als die beiden anderen von Hilzheimer (3.) unterschiedenen Teile des Hypopharynx; denn diese liegen vor bezw. unterhalb des Mundes und haben nicht die geringsten Beziehungen zu einander. Das „Verbindungsstück" gibt sich bei näherer Betrachtung als hintere Innenlippe zu erkennen. Endlich der Hypopharyn-

geallappen ist nichts anderes als die rinnenförmig vertiefte vordere Partie des Stammstückes der Unterlippe. Nur für diesen Abschnitt kann man im Notfalle die Benennung „Hypopharynx“ gelten lassen. Ich sehe jedoch nicht ein, weshalb man dafür eine besondere Bezeichnung einführen soll, zumal derselbe sehr wenig Ähnlichkeit mit dem Hypopharynx der Orthopteren etc. hat.

Janet (5 u. 6.) zieht in seinen morphologischen Studien über den Kopf der Insecten und im Besonderen der Ameisen vielfach die Vespiden zum Vergleiche heran. Da ihn aber lediglich die Metamerie des Kopfes interessiert, bieten seine Mitteilungen, so vorzüglich sie auch an sich sind, für meine Studien wenig Anknüpfungspunkte. Soweit sie unser Thema berühren, haben sie bereits Erwähnung gefunden.

In jüngster Zeit hat Hilzheimer (3.) das Labium der Wespe und anderer Hymenopteren untersucht, um festzustellen, ob sie ein Organ besitzen, das den Namen „Hypopharynx" verdient und nach Lage und Beschaffenheit dem Hypopharynx der übrigen Insecten homolog ist. Er bejaht diese Frage und definiert den Hypopharynx als einen Wulst, der median auf der Innenseite der Unterlippe liegt, am Submentum beginnt, etwas über das Mentum hinausreicht und von oben her den Speichelgang deckt. Er unterscheidet drei Abschnitte desselben: die hintere Hypopharyngealstütze, das Verbindungsstück und den Hypopharyngeallappen. Nach vielen Mühen ist es mir gelungen, aus den schlechten Abbildungen und der unbeholfenen Beschreibung Hilzheimers (3.) zu enträtseln, dass er verschiedene anatomisch nicht zusammengehörige Teile der Mundgegend mit dem Namen Hypopharynx bezeichnet, welche teils in der Mundhöhle, teils vor dem Munde liegen. Die Hypopharyngealstütze ist nichts anderes als das Pharynxgerüst, das den Vorderdarm gespannt erhält. Dasselbe ist eine Differenzierung der analen Wand des Vorderdarmes oberhalb der Mundöffnung und liegt in einem ganz anderen Niveau als die beiden anderen von Hilzheimer (3.) unterschiedenen Teile des Hypopharynx; denn diese liegen vor bezw. unterhalb des Mundes und haben nicht die geringsten Beziehungen zu einander. Das „Verbindungsstück" gibt sich bei näherer Betrachtung als hintere Innenlippe zu erkennen. Endlich der Hypopharyn-

geallappen ist nichts anderes als die rinnenförmig vertiefte vordere Partie des Stammstückes der Unterlippe. Nur für diesen Abschnitt kann man im Notfalle die Benennung „Hypopharynx“ gelten lassen. Ich sehe jedoch nicht ein, weshalb man dafür eine besondere Bezeichnung einführen soll, zumal derselbe sehr wenig Ähnlichkeit mit dem Hypopharynx der Orthopteren etc. hat.

Literatur.

1) Bordas L. Glandes des Hymenoptères. Annales scienc. nat. VII. Ser. Tom 19. 1895.

2) Breithaupt Paul Frz. Über die Anatomie und die Functionen der Bienenzunge. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 52. 1886.

3) Hilzheimer Max. Studien über den Hypopharynx der Hymenopteren. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft 39. Bd. Neue Folge 32. Bd. 1905.

4) Janet Charles. Anatomie de la tête du Lasius niger Limoges 1905.

5) Janet Charles. Essai sur la constitution morphologique de la tête de l'insecte. Paris 1899.

6) Kolbe H. J. Einführung in die Kenntnis der Insecten. Berlin 1893.

7) Réaumur. Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes 1738.

8) Savigny. Mémoires sur les animaux sans vertèbres. I. mém. Paris 1816.

9) Schmiedeknecht. Die Hymenopteren Mitteleuropas 1907.

10) Swammerdam. Biblia naturae 1737.

11) Treviranus Gottfr. Reinhold. Über die Saugwerkzeuge und den Sitz des Geruchsinns bei den Insecten. In: Vermischte Schriften anat. u. phys. Inhalts. II. Bd. Bremen 1817.

Lebenslauf.

Ich, Robert Kirmayer, bayer. Staatsangehöriger, geboren am 11. Juli 1880 zu Bamberg als Sohn des Prokuristen und Leutnants a. D. Albert Kirmayer und dessen Ehefrau Anna geb. Ernst, kath. Confession, besuchte mehrere Jahre das neue Gymnasium in Bamberg. Nach freiwilligem Austritt aus der V. Klasse dieses Gymnasiums genoss ich einige Jahre Privatunterricht und erhielt im Jahre 1900 nach Ablegung einer Prüfung am human. Gymnasium Münnerstadt die Berechtigung zum Übertritt in die IX. Klasse. Vom Beginn des Wintersemesters 1900/01 bis Ende Wintersemester 1904/05 war ich an der kgl. Universität Würzburg als Studierender der Zahnheilkunde und Naturwissenschaften immatriculiert. Im Januar 1904 wurde mir an genannter Universität die Approbation als Zahnarzt erteilt. Nach Vorbereitung durch Privatstudium bestand ich im Juli 1906 die Absolutarialprüfung am kgl. neuen Gymnasium zu Würzburg. Seit November 1906 widmete ich mich naturwissenschaftlichen Studien an der kgl. Universität Erlangen und verfasste im dortigen zoologischen Institute die vorliegende Arbeit.

Literatur.

1) Bordas L. Glandes des Hymenoptères. Annales scienc. nat. VII. Ser. Tom 19. 1895.

2) Breithaupt Paul Frz. Über die Anatomie und die Functionen der Bienenzunge. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 52. 1886.

3) Hilzheimer Max. Studien über den Hypopharynx der Hymenopteren. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft 39. Bd. Neue Folge 32. Bd. 1905.

4) Janet Charles. Anatomie de la tête du Lasius niger Limoges 1905.

5) Janet Charles. Essai sur la constitution morphologique de la tête de l'insecte. Paris 1899.

6) Kolbe H. J. Einführung in die Kenntnis der Insecten. Berlin 1893.

7) Réaumur. Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes 1738.

8) Savigny. Mémoires sur les animaux sans vertèbres. I. mém. Paris 1816.

9) Schmiedeknecht. Die Hymenopteren Mitteleuropas 1907.

10) Swammerdam. Biblia naturae 1737.

11) Treviranus Gottfr. Reinhold. Über die Saugwerkzeuge und den Sitz des Geruchsinns bei den Insecten. In: Vermischte Schriften anat. u. phys. Inhalts. II. Bd. Bremen 1817.

Lebenslauf.

Ich, Robert Kirmayer, bayer. Staatsangehöriger, geboren am 11. Juli 1880 zu Bamberg als Sohn des Prokuristen und Leutnants a. D. Albert Kirmayer und dessen Ehefrau Anna geb. Ernst, kath. Confession, besuchte mehrere Jahre das neue Gymnasium in Bamberg. Nach freiwilligem Austritt aus der V. Klasse dieses Gymnasiums genoss ich einige Jahre Privatunterricht und erhielt im Jahre 1900 nach Ablegung einer Prüfung am human. Gymnasium Münnerstadt die Berechtigung zum Übertritt in die IX. Klasse. Vom Beginn des Wintersemesters 1900/01 bis Ende Wintersemester 1904/05 war ich an der kgl. Universität Würzburg als Studierender der Zahnheilkunde und Naturwissenschaften immatriculiert. Im Januar 1904 wurde mir an genannter Universität die Approbation als Zahnarzt erteilt. Nach Vorbereitung durch Privatstudium bestand ich im Juli 1906 die Absolutarialprüfung am kgl. neuen Gymnasium zu Würzburg. Seit November 1906 widmete ich mich naturwissenschaftlichen Studien an der kgl. Universität Erlangen und verfasste im dortigen zoologischen Institute die vorliegende Arbeit.